

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства
та природокористування
Кафедра автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-
інтегрованих технологій

04-03-312М

Методичні вказівки

до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни
«Електротехніка, електроніка, мікропроцесорна техніка
та мехатроніка» (розділ «Мікропроцесорна техніка та
мехатроніка») для здобувачів вищої освіти першого
(бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою
«Галузеве машинобудування» спеціальності 133 «Галузеве
машинобудування» всіх форм навчання

Рекомендовано навчально-
методичною радою з якості
навчально-наукового
механічного інституту,
Протокол № 10 від 27.04.2021 р.

Рівне – 2021

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної «Електротехніка, електроніка, мікропроцесорна техніка та мехатроніка» (розділ «Мікропроцесорна техніка та мехатроніка») для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Галузеве машинобудування» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» всіх форм навчання [Електронне видання] / Данченков Я. В. – Рівне : НУВГП, 2021. – 36 с.

Укладач: Данченков Я. В, к.т.н., доцент кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Відповідальний за випуск: Древецький В. В., д.т.н., професор, академік ІАУ, завідувач кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Керівник групи забезпечення спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»: д.т.н, професор, завідувач кафедри будівельних, дорожніх, меліоративних, сільськогосподарських машин і обладнання

Кравець С. В.

© Данченков Я. В., 2021
© НУВГП, 2021

ЗМІСТ

Загальні положення	4
Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт.....	5
Робота 1. Дослідження логічних елементів.....	5
Робота 2. Дослідження роботи дешифраторів в інтегральному виконанні.....	12
Робота 3. Дослідження функціональних можливостей електронних лічильників імпульсів.....	19
Робота 4. Дослідження роботи аналого-цифрового перетворювача (АЦП) в інтегральному виконанні....	25
Робота 5. Дослідження роботи маніпулятора з Дистанційним управлінням	29
Рекомендована література.....	36

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Навчальна дисципліна «Електротехніка, електроніка, мікропроцесорна техніка та мехатроніка» відноситься до дисциплін професійної та практичної підготовки спеціальності «Галузеве машинобудування».

Метою вивчення навчальної дисципліни «Електротехніка, електроніка, мікропроцесорна техніка та мехатроніка» є формування теоретичних знань про влаштування електротехнічних систем, принцип роботи електромеханічних пристроїв, елементної бази сучасної напівпровідникової техніки, складання схем електронних, мікропроцесорних та мехатронних пристроїв.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студенти повинні знати принципи перетворення електричної енергії в механічну; електронну базу та основи схемотехніки; архітектуру та принцип дії сучасних мікропроцесорних та мехатронних систем.

Вміти застосовувати набуті знання в аспекті керування складними електромеханічними пристроями та системами. Це дає змогу фахівцям у галузі машинобудування використовувати набуті знання для вирішення професійних задач різного рівня складності.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ДАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Лабораторна робота №1

Тема: «Дослідження логічних елементів».

Мета роботи: Вивчити будову і принцип роботи безконтактних логічних елементів на інтегральних мікросхемах. Навчитись розпізнавати основні логічні функції на базових логічних елементах (АБО, І, НІ).

1. Теоретичні відомості.

Елемент, що здійснює певну логічну залежність між вхідними і вихідними величинами, називається **логічним елементом**. Для аналізу та синтезу цифрових систем управління використовують методи математичної логіки, які ґрунтуються на алгебрі Джона Буля (булевій алгебрі або алгебрі логіки). В алгебрі логіки розглядають залежності типу $Y = F(X_1, X_2, \dots, X_n)$ де X_1, X_2, \dots, X_n аргументи та Y – функція, які можуть приймати тільки два значення “1” та “0”. Така залежність називається логічною (булевою) функцією.

Логічні функції використовуються для опису роботи цифрових пристроїв, які ще називають кінцевими автоматами. Будь-яка сучасна мікропроцесорна система управління являє собою програмований кінцевий автомат. Логічна функція такого автомата будь-якої складності може бути представлена за допомогою комбінації (суперпозиції) функцій тільки двох змінних. Такі функції називають елементарними логічними функціями.

Найбільше поширення мають такі елементарні логічні функції, як інверсія (або логічне заперечення), кон'юнкція (логічне множення), диз'юнкція (логічне додавання). Ці функції практично реалізуються такими логічними елементами, як "НІ", "І" та "АБО". Умовне позначення цих елементів, а також їх реалізація на релейних елементах наводяться в таблиці 1.1.

Логічні значення "0" та "1" в електронних схемах представляються різними напругами. Найчастіше "0" представлений напругою низького рівня, "1" представляється напругою високого рівня. Будь-яка булева функція може бути задана таблицею її істинності в залежності від значень аргументів. Умовні графічні

позначення (УГП) та принципові схеми найпростіших логічних елементів "АБО", "І", "НІ" представлені на фотографії лабораторного стенда (рис.1.1).

2. Порядок роботи.

Вхідні сигнали X_1 та X_2 можуть приймати значення логічних "0" і "1" за допомогою тумблерів X_1 ; X_2 , розміщених внизу пристрою. Світлодіодні індикатори вказують значення відповідного сигналу: потушений стан сигналізує значення 0, світний стан – значення 1.

Таблиця 1.1

Назви, умовні графічні позначення та контактна реалізація елементарних логічних функцій

Логічні функції	Умовні позначення	Релейний еквівалент
Кон'юнкція "І" $y = x_1 \cdot x_2$		
Диз'юнкція "АБО": $y = x_1 + x_2$		
Інверсія "НІ": $y = \bar{x}$		
Заперечення диз'юнкції (Пірса) "АБО-НІ": $y = \overline{x_1 + x_2}$		
Заперечення кон'юнкції "І-НІ": (Шеффера) $y = \overline{x_1 \cdot x_2}$		

Вихідна величина Y визначається шляхом вимірювання вихідного сигналу елемента за допомогою вольтметра.

На рис. 1 наведено фотографію лабораторного стенду для дослідження безконтактних логічних елементів.

1. Дослідження схем АБО; І; НІ (рис. 1.2, 1.3, 1.4). На входи подати всі можливі комбінації значень X_1 та X_2 згідно приведених

таблиць 1.2, 1.3, 1.4 і виміряти вольтметром значення напруг вхідних X_1 та X_2 і вихідних Y сигналів. Високий потенціал ($>2,4$ В) відповідає логічній одиниці, потенціал близький до 0 В відповідає логічному 0. Результати записати у відповідні таблиці.

2. Дослідження схем АБО-НІ та І-НІ (рис. 1.5, 1.6). Зібрати схему рис. 1.5. Вихідний контакт схеми (рис. 1.2) з'єднати з входом схеми (рис. 1.4). Виміряти вихідний сигнал для всіх можливих комбінацій вхідних сигналів. Аналогічно зібрати та дослідити схему (рис. 1.6) і заповнити таблицю 1.6.

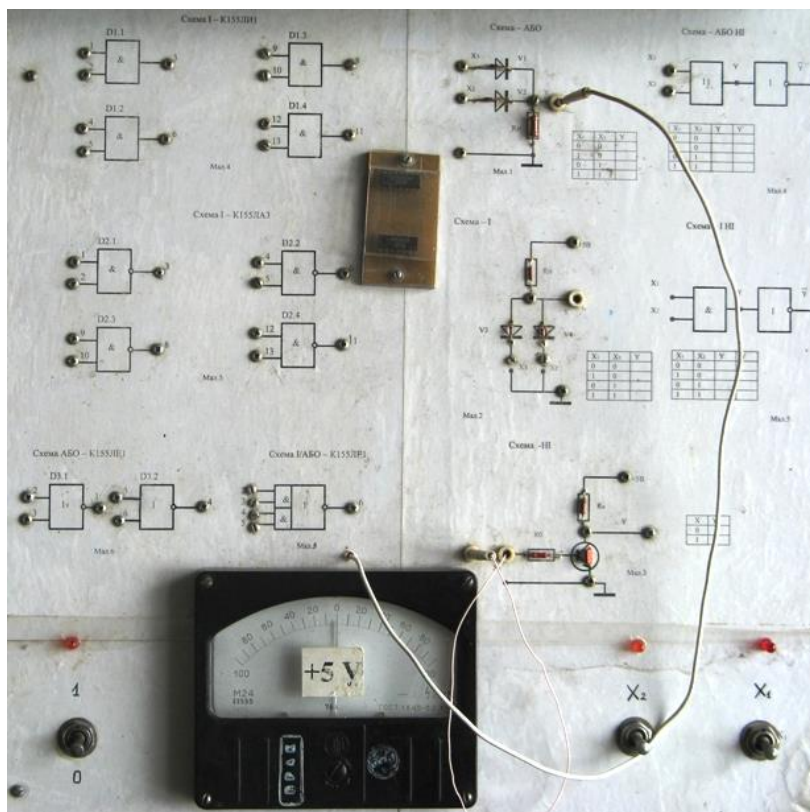


Рис. 1.1. Лабораторний стенд для дослідження логічних елементів

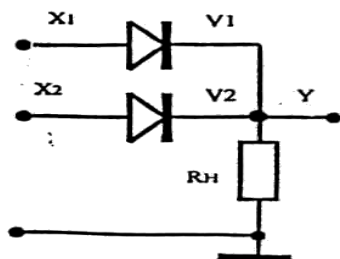


Рис. 1.2. Схема АБО

Таблица 1.2

X_1	X_2	Y
0	0	
1	0	
0	1	
1	1	

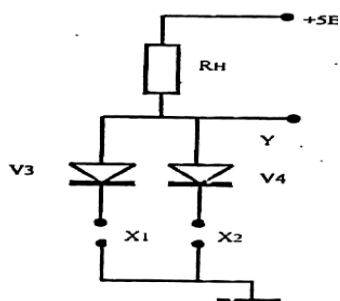


Рис. 1.3. Схема I

Таблица 1.3

X_1	X_2	Y
0	0	
1	0	
0	1	
1	1	

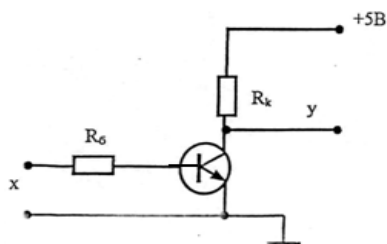


Рис. 1.4. Схема И

Таблица 1.4

X	Y
0	
1	

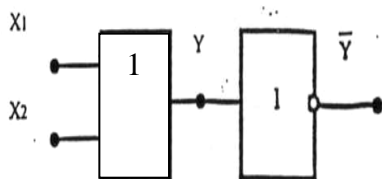


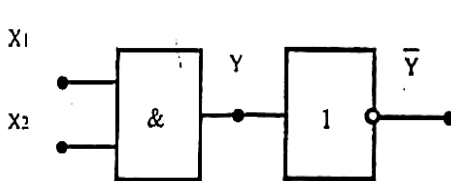
Рис. 1.5. Схема АБО-И

Таблица 1.5

X_1	X_2	Y	\bar{Y}
0	0		
1	0		
0	1		
1	1		

Таблица 1.6

X_1	X_2	Y	\bar{Y}
-------	-------	-----	-----------



0	0		
1	0		
0	1		
1	1		

Рис. 1.6. Схема I-NI

3. Вміст звіту: тема, мета; таблиці з результатами досліджень; висновки.

4. Контрольні питання.

1 .Визначити логічні функції схем на рис. 1.7.

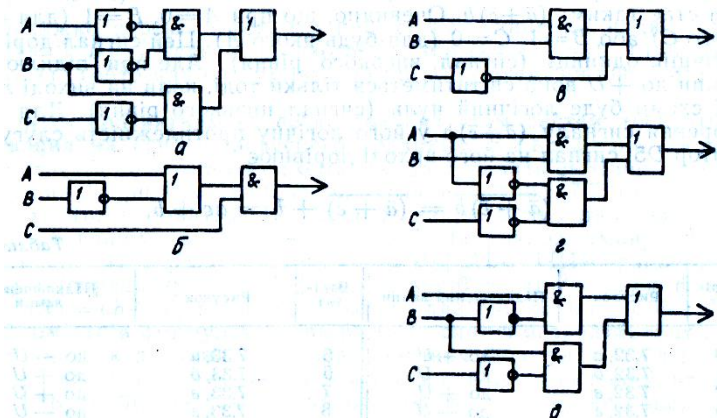


Рис.1.7 Приклади логічних схем

2. На рис. 1.8 – рис. 1.13 зображені пристрої, які послідовно зверху до низу опускають скляний виріб шляхом послідовного втягування осердя магніту з підставкою (при перескакуванні хоч б одного рівня виріб розіб'ється). Треба визначити таблицю перемикань для кожного пристрою. Вхідні сигнали позначити зверху до низу $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, \dots$

При проходженні рівнів одного рисунка зараховується один бал.

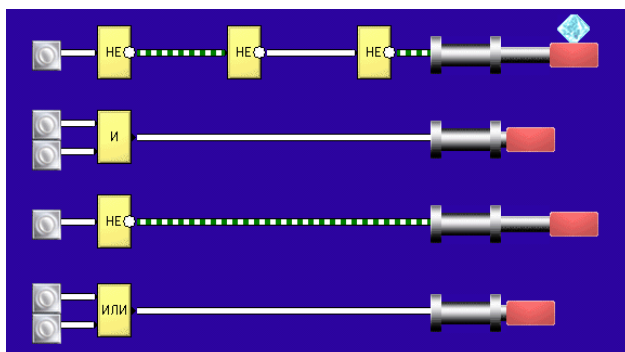


Рис. 1.8

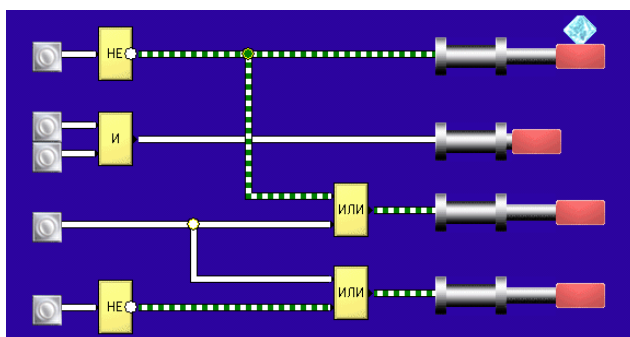


Рис. 1.9

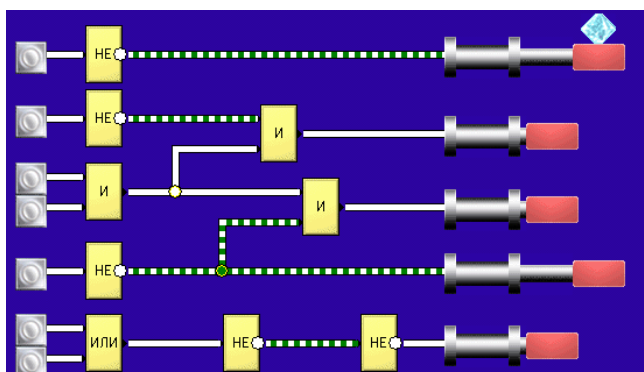


Рис. 1.10

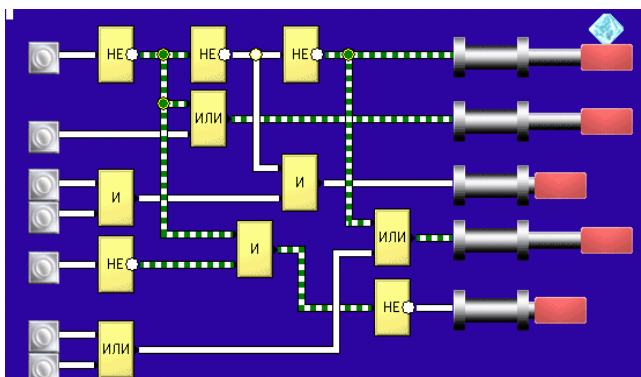


Рис. 1.11

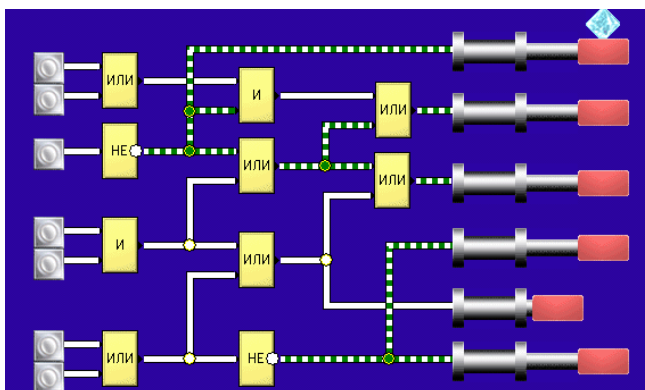


Рис. 1.12

Лабораторна робота № 2

Тема: Дослідження роботи дешифраторів в інтегральному виконанні.

Мета роботи: Вивчення принципу дії та дослідження роботи дешифраторів.

1. Теоретичні відомості.

Перетворювач кодів – це функціональний пристрій для автоматичної зміни по заданому алгоритму відповідності між вхідним і вихідними кодами без зміни їх змісту.

Код – це певна сукупність сигналів, яка відповідає деякому

повідомленню або інформаційному символу. В мікропроцесорній техніці будь-який код реалізується за допомогою електричних імпульсів та пауз.

Існує 3-и типи кодоперетворювачів:

- * **перший тип** – елементи вихідного коду в уявному вигляді відповідають елементам вхідного коду (перетворювач паралельного коду в послідовний і навпаки);

- * **другий тип** – елементи вихідного коду мають всі елементи вхідного коду та додаткові коректуючі елементи;

- * **третій тип** – елементи вихідного коду в явному вигляді не відповідають елементам вхідного коду.

Будь-який код характеризується:

1) основою (**m**) – кількість символів алфавіту, що відрізняються один від одного. Якщо $m=1$ – код кількісно-імпульсний, якщо $m=2$ – двійковий, якщо $m>2$ – складний.

2) довжиною кодової комбінації (**n**) – кількістю однакових або різних символів в кодовій комбінації. Якщо $n=\text{const}$ – код рівномірний, якщо $n \neq \text{const}$ – нерівномірний.

3) кількістю кодових комбінацій (**N**) – це така кількість, за допомогою якої можна передати окреме повідомлення.

Для коду на всі сполучення кількість комбінацій визначається $N=m^n$. Найпростішими перетворювачами третього типу є шифратори і дешифратори.

Шифратор – пристрій, який перетворює дискретне повідомлення в кодову комбінацію.

Найбільш поширені шифратори, які перетворюють розподільчий

код C_n^1 , тобто наявність ввімкнення або вимкнення одного з кіл, в двійковий код. Тобто логічна одиниця на будь-якій вертикальній шині перетворюється в паралельний двійковий код.

Схема найпростішого шифратора може бути реалізована на логічних елементах «АБО» (представлена на рис. 2.1).

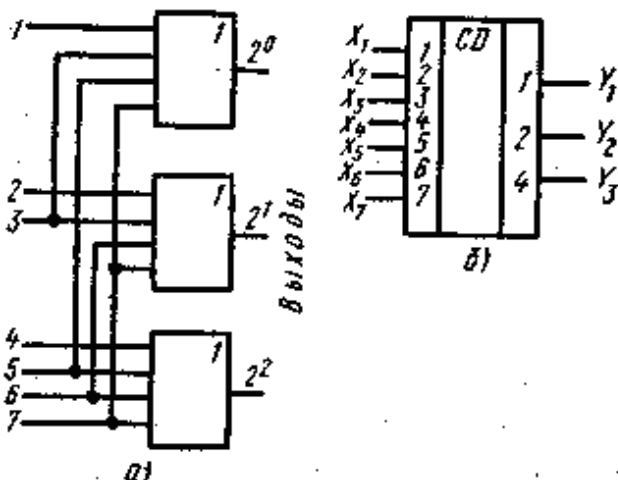


Рис. 2.1. Схема шифратора на логічних елементах “АБО” (а) та його умовне позначення (б)

При початковому подаванні сигналів на входи 1, 2, 4, відповідно збуджуються виходи 2^0 , 2^1 , 2^2 (кодові комбінації 001, 010, 100). Якщо сигнали надійдуть на входи 3, 5 і 6, тоді по чергову збуджуються виходи 2^0 і 2^1 , 2^0 і 2^2 , 2^1 і 2^2 , що відповідає кодовим комбінаціям 011, 101, 110. При надходженні сигналу на вхід 7 збуджуються всі три вихідні кола.

Пристрій, який перетворює кодові комбінації в струм, напругу і розподіляє його по індивідуальним колам (шинам), називається **дешифратором**.

Кількість входів і виходів повного дешифратора зв'язана співвідношенням $N=2^n$, де n – кількість двійкових входів; N – кількість виходів. Схема найпростішого лінійного повного дешифратора на 2 входи та 4 виходи на логічних елементах “І” (&) та “НІ” має вигляд, наведений на рис.2.2.

Лінійний дешифратор має два входи та чотири виходи. Якщо на входи нічого не подається (комбінація 00), то з елемента I_1 має бути знятий сигнал 1, а з інших виходів – сигнали «0». Для цього на елемент I_1 сигнали поступають не безпосередньо з входів X_0 та X_1 , а через інвертори HI_1 та HI_2 , в яких нулі перетворюються в одиниці. Два сигнали 1 на вході елемента I_1 дають на його виході також 1. На

виходах всіх інших елементів будуть нулі, тому що на один з входів кожного з цих елементів I_2, I_3, I_4 подаються сигнали «0», міняючи інвертори HI_1 та HI_2 .

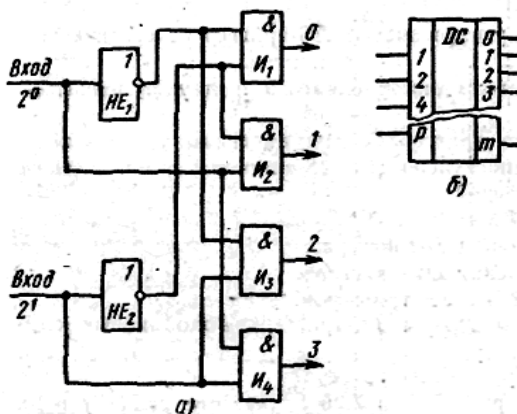


Рис. 2.2. Структурна схема (а) та умовне позначення (б) найпростішого лінійного дешифратора

З'єднуючи дешифратори каскадно, можна будувати пірамідальні та прямокутні системи з довільною кількістю виходів (рис. 2.3).

2. Опис лабораторної установки

В комплект лабораторного обладнання для проведення роботи входить переносний стенд, де змонтовані дешифратори в інтегральному виконанні, а саме: дешифратор 2×4 , дешифратор 4×16 , прямокутний дешифратор та дешифратор коду семисегментного індикатора (дивись фото стенда на рис. 2.4). В лівій нижній частині стенда знаходяться тумблери для формування вхідних сигналів дешифраторів $2^0, 2^1, 2^2, 2^3$. Значення вихідних сигналів вимірюються за допомогою вольтметра або визначається за станом світлодіодних індикаторів (0 – світлодіод потушений, 1 – світлодіод горить). Для нульового та одиничного значень сигналів необхідно виміряти значення напруги. Семисегментний індикатор знаходиться у верхній частині стенду. Поруч наведено розташування його сегментів.

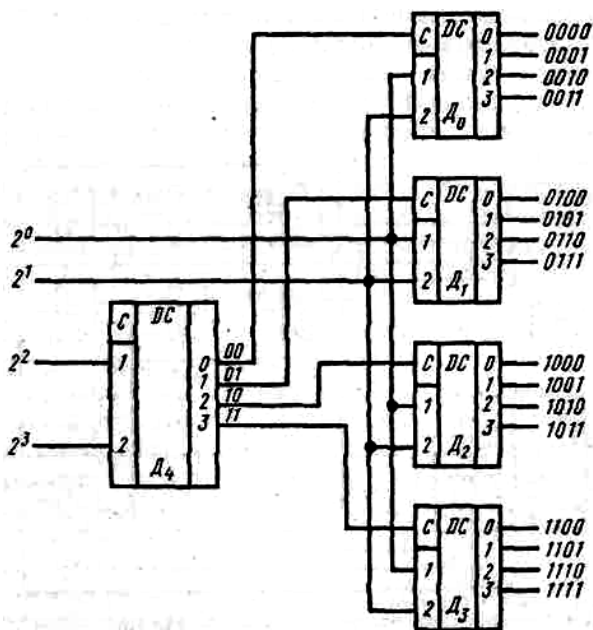


Рис. 2.3. Каскадне з'єднання дешифраторів

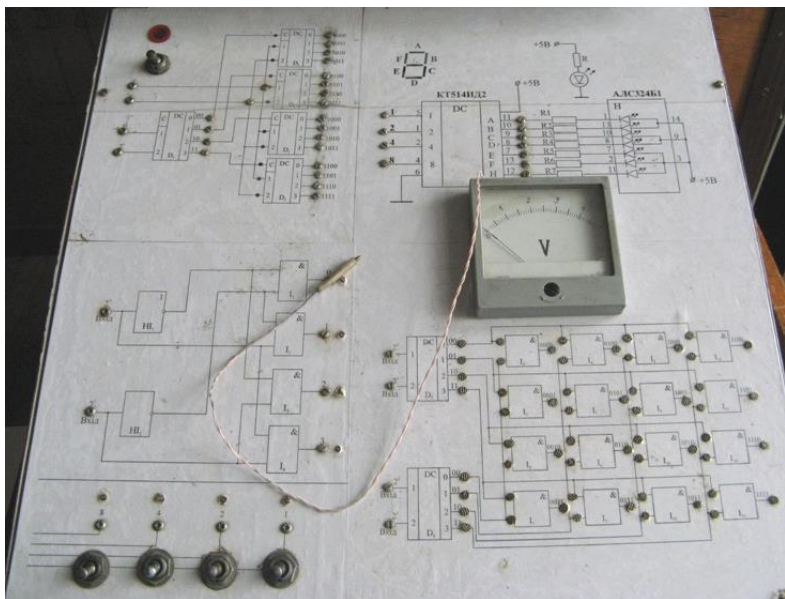


Рис. 2.4. Лабораторний стенд для дослідження дешифраторів

3. Порядок виконання роботи.

1. Перевірити таблицю станів дешифратора 2×4 (рис. 2.2, а). Для всіх можливих комбінацій вхідних сигналів записати значення вихідних сигналів в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1

Таблиця роботи дешифратора 2×4

Входи		Виходи			
X_0	X_1	Y_0	Y_1	Y_2	Y_3
0	0				
1	0				
0	1				
1	1				

2. Перевірити роботу каскадного дешифратора 4×16 і записати його вихідні сигнали в табл. 2.2.

3. Перевірити роботу дешифратора коду семисегментного індикатора для всіх можливих вхідних комбінацій. Записати в табл.

2.3 значення сигналів керування окремими сегментами, користуючись схемою розташування сегментів.

Таблиця 2.2

Перевірка роботи каскадного дешифратора

Вхід		Вихід (шістнадцатковий код)															
Десят. код	Двійков. код	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	H
0	0000	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0001	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	0010	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	

Таблиця 2.3

Перевірка роботи дешифратора K514ИД2 на семисегментний індикатор АЛС324Б1

Вхід			Вихід (десятковий код)						
Десят. код	Двійков. код	Десят. код	Код на сегментах						
			A	B	C	D	E	F	H
0	0000	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0001	1	1	0	0	1	1	1	1
2	0010	2	0	0	1	0	0	1	0
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									

4. Вміст звіту.

1. Тема, мета роботи, досліджувані схеми.
2. Таблиці з результатами досліджень.
3. Висновки.

5. Контрольні питання.

1. Наведіть визначення шифратора та дешифратора.
2. Приведіть схему лінійного дешифратора, помінявши місцями входи на рис. 2.3, а, тобто на елемент НІ_1 підключіть вхід 2^1 , а на елемент НІ_2 - вхід 2^0 .
3. Прослідкуйте вибір комбінації 1001 в каскадному дешифраторі.
4. Приведіть схему лінійного дешифратора для такої комбінації входів:
а) 1101; б) 10101; в) 110011 (а також інших комбінацій, які задає викладач).

Лабораторна робота № 3

Тема: «Дослідження функціональних можливостей електронних лічильників імпульсів».

Мета роботи: Вивчення принципу роботи схем електронних лічильників. Експериментальне дослідження роботи лічильників імпульсів різного типу.

1. Теоретичні відомості.

Лічильник імпульсів – це пристрій для підрахування і запам'ятовування кількості дискретних сигналів, що надійшли на його вхід за певний проміжок часу.

Вони конструктивно реалізуються на лічильних тригерах по наявності або відсутності тактуючих сигналів. Лічильники діляться на асинхронні, синхронні та комбіновані. Асинхронні мають меншу швидкодію, ніж синхронні, тому що в них тригери перемикаються по чергово, а в синхронних – одночасно. В асинхронних лічильниках тільки тактовий імпульс, що надходить на вхід першого лічильного тригера (тригер 1-ого розряду), перемикає його. Всі інші розряди перемикаються виходами попередніх каскадів. Перший імпульс, що подається на С вхід ТТ1, перемикає його за заднім фронтом (тобто в момент переходу від 1 до 0) і на виходах тригерів ТТ1 – ТТ4 з'являється комбінація 0001. Другий імпульс на вході С в момент переходу 1 - 0 перемикає тригер ТТ1 в стан 0, а він в свою чергу також за заднім фронтом перемикає тригер ТТ2 з стану 0 в стан 1. Виникає комбінація 0010 і т.д. Тобто кожний попередній тригер перемикає наступний своїм заднім фронтом.

Оскільки лічильні тригери перемикаються тільки при переході 1/0, то третій імпульс на вході С перекине тригер з стану «0» в стан «1», а на виходах тригерів утвориться комбінація 0011. Четвертий імпульс на вході С перекине Т1, який переведе тригер Т2 у стан «0», тригер Т2 в момент переходу 1/0 перемикає тригер Т3 і на виходах тригерів виникне комбінація 0100. Тригер Т4 перемикається при подачі на вхід С восьмого імпульсу і тоді виникне ситуація, коли один імпульс змінює стан всіх тригерів і на виходах виникає комбінація 1000.

Синхронні лічильники вимагають в процесі рахування подачі на кожний каскад тактовних сигналів. Максимальна частота вхідних

сигналів синхронного лічильника дорівнює його тактовій частоті.

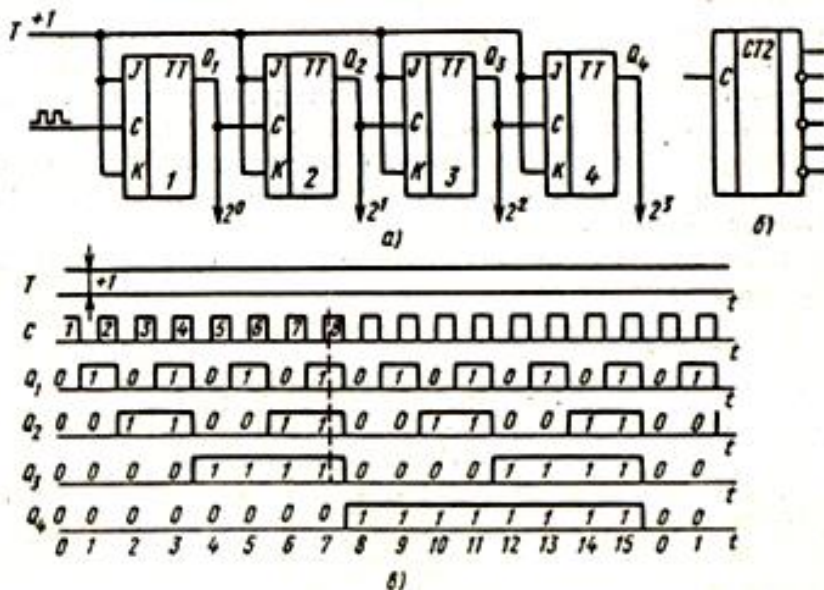


Рис. 3.1. Структурна схема (а), умовне позначення (б) та часові діаграми чотирирозрядного асинхронного лічильника імпульсів (в)

2. Опис лабораторної установки.

В комплект лабораторного обладнання для проведення роботи входить переносний стенд, де змонтовані електронні лічильники імпульсів, а органи керування та принципові схеми асинхронного, реверсивного та двійково-десятькового лічильників розміщені на лицьовий панелі в квадратах А, В, С, Д (див. фото на рис. 3.2).

В квадраті В розміщені:

- клема для підключення живлення ± 5 В;
- ГСІ – генератор синхроімпульсів;
- ГОІ – генератор поодиноких імпульсів;
- "Пуск" – кнопка для запуску ГОІ;
- лампи сигналізації ГОІ та ВИХ ОІ (виходу поодиноким імпульсів).

В квадратах А, С, Д розміщені мнемосхеми електронних лічильників імпульсів з світлодіодними індикаторами і вузлами для

вимірювання потенціалів двійкового коду "8-4-2-1" ("0" відповідає 0 В, а "1" відповідає 4 В).

В квадраті А розміщується двійковий асинхронний лічильник.

В квадраті С – двійково-десятковий лічильник з двома індикаторами: лівий – семисегментний індикатор, служить для індикації (через дешифратор) значення двійково-десятьового лічильника / рахунок до 9/, правий індикатор для вимірювання логічного "0" та "1".

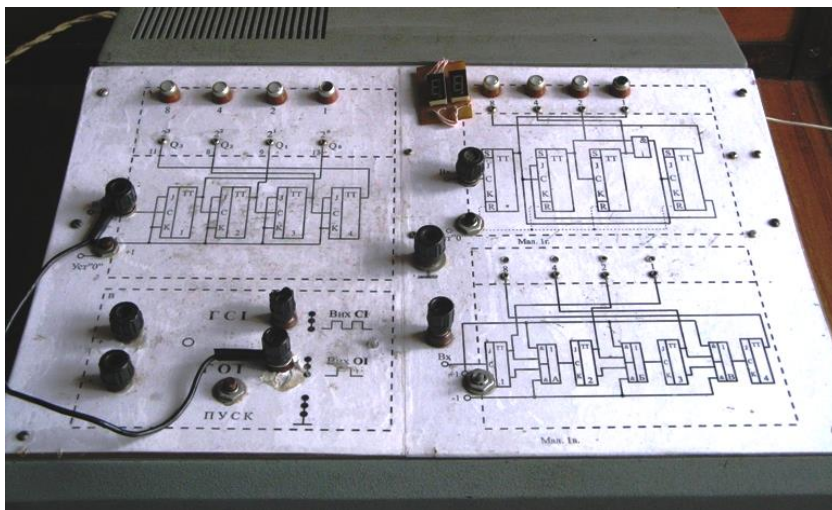


Рис. 3.2. Передня панель лабораторного стенда

В квадраті D розміщений асинхронний реверсивний лічильник.

В положенні тумблера "+1" лічильник працює в режимі додавання, а якщо тумблер в положенні "-1" – віднімання. Кнопкою "Уст. 0" – встановлюємо лічильники в початковий (нульовий) стан, а на клеми "ВХ" подається вхідний сигнал.

3. Порядок виконання роботи.

3.1. Підключити до стенда живлення + 5 В.

3.2.1. Дослідження двійкового лічильника (квадрат А).

1. Підключити "Вих 01" на "ВХ" лічильника.

2. Натиснути кнопку "Уст 0" – встановиться початковий стан лічильника (0000).

3. Натиснути кнопку "Пуск". Зверніть увагу, що індикатор "Вих 01" горить, а це означає, що на виході з'явився передній фронт прямокутного імпульсу (тобто перепад напруги з 0 на 1), але лічильник ще не спрацював (не горять світлодіодні індикатори). Тільки тоді, коли відпущено кнопку "Пуск", лічильник спрацює від заднього фронту імпульсу (тобто від перепаду з 1 в 0), після чого індикатор "Вих 01" погасне.

4. За допомогою індикаторів (або вимірювального приладу) заміряти потенціали на виходах окремих розрядів лічильника $Q_0(1)$; $Q_1(2)$; $Q_2(4)$ та $Q_3(8)$ і записати двійковий код в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1

№ з.п.	Кількість імпульсів	Покази індикаторів				Перерахунок в десяткову систему
		$Q_3(8)$	$Q_2(4)$	$Q_1(2)$	$Q_0(1)$	
1						
2						
...						
16						

Дослідження повторювати до заповнення всіх розрядів лічильника двійковим кодом 1111.

3.2.2. Дослідження двійково-десятькового лічильника. В цьому лічильнику є індикація десяткового (лівий сегментний індикатор) та двійкового коду (правий світлодіодний індикатор).

Дослідження проводять згідно пунктів 1-4 попереднього дослідження. Результати дослідження записують в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2.

№ з.п.	Кількість імпульсів	Покази правих індикаторів				Покази лівого індикатора
		Q ₃ (8)	Q ₂ (4)	Q ₁ (2)	Q ₀ (1)	
1						
2						
3						
4						
5						
....						

3.2.3. Дослідження асинхронного реверсивного лічильника (квадрат Д).

1. Підключити "Вих 01" на "ВХ" реверсивного лічильника.
2. Тумблер встановити в режим додавання "+1".
3. Натиснути кнопку "Уст 0" – встановити початковий стан лічильника (0000).

4. Натискаючи кнопку "Пуск", записувати в таблицю 3.3 покази доти, доки не буде горіти на світлодіодних індикаторах двійковий код 1111, після чого /не відпускаючи кнопку "Пуск"/ переключити тумблер в режим віднімання "-1".

5. Натиснути кнопку "пуск" і відпустити – стан лічильника зменшиться на 1.

Дані записувати в таблицю 3.3 доти, доки на світлодіодах не з'явиться код 0000.

Таблиця 3.3

Дослідження роботи реверсивного лічильника

№ з.п.	Режим		Кількість імпульсів	Покази індикаторів				Перерахунок в десяткову систему
	+1	-1		Q ₃ (8)	Q ₂ (4)	Q ₁ (2)	Q ₀ (1)	
0								
1								
2								
...								

4. Вміст звіту.

1. Тема, мета роботи.
2. Принципові електричні схеми та часові діаграми лічильників, які досліджуються.
3. Таблиці з результатами досліджень.
4. Висновки.

5. Контрольні питання.

1. Дайте визначення лічильника імпульсів та їх класифікацію.
2. Приведіть схему асинхронного лічильника імпульсів на JK тригерах та його часові діаграми, якщо на лічильний вхід надійшло:
а) 18; б) 25; в) 34 імпульси (або інша кількість, яку задасть викладач).
3. В чому відмінність двійково-десятькового лічильника?
4. При якій комбінації імпульс, що подається на вхід першого тригера, переключить всі тригери схеми, зображеної на рис. 3.1? Поясніть, як це відбувається.

Тема: «Дослідження роботи аналого-цифрового перетворювача (АЦП) в інтегральному виконанні».

Мета роботи: Вивчення принципу роботи АЦП (за час-імпульсним методом) та дослідження електричних властивостей та функціональних можливостей АЦП в інтегральному виконанні.

1. Теоретичні відомості.

АЦП – це функціональний пристрій, який перетворює значення аналогової величини в цифрову заданого цифрового коду (частіше всього величину струму або напруги у двійковий код).

АЦП служить для узгодження роботи давачів (температури, тиску, переміщення) які контролюють стан вузлів або агрегатів автомобілів або будь-яких технологічних процесів з використанням мікропроцесора (МП). Такий пристрій перетворює вихідний безперервний (аналоговий сигнал) давачів в цифровий двійковий код, який поступає на вхід мікропроцесора.

Існує декілька методів аналого-цифрового перетворення:

- * час-імпульсний метод;
- * частотно-імпульсний метод;
- * метод слідкуючого врівноваження;
- * метод просторового кодування.

Час-імпульсний метод полягає в попередньому лінійному перетворенні значення вимірювального параметру в часовий інтервал і в безпосередньому кодуванні цього сигналу. Для цього миттєве значення вимірювальної величини V_X перетворюється в пропорційний цьому значенню інтервал часу T_X . Наприклад, шляхом запускання в момент t_0 лінійно-зростаючої напруги $V_L = k \cdot t$. Протягом інтервалу T_X на лічильник надходять імпульси стабільної частоти $f_c = \frac{1}{2\Delta t}$ та проводиться їх відрахування в заданій системі

числення за допомогою лічильника імпульсів. На лічильнику запам'ятовується кодова комбінація в паралельному коді.

За командою з КП на ГЛЗН та Лч подається сигнал запуску (t_0). Після цього на компараторі (К) здійснюється порівняння вимірюваної величини V_X з лінійно змінною V_L і в момент часу t_X , коли $V_X = V_L$, компаратор К через ключ Кл зупиняє лічильник. На

індикаторі в прийнятому цифровому коді висвічується невідоме значення V_X , яке дорівнює інтервалу часу T_X ($T_X = t_X - t_0$).

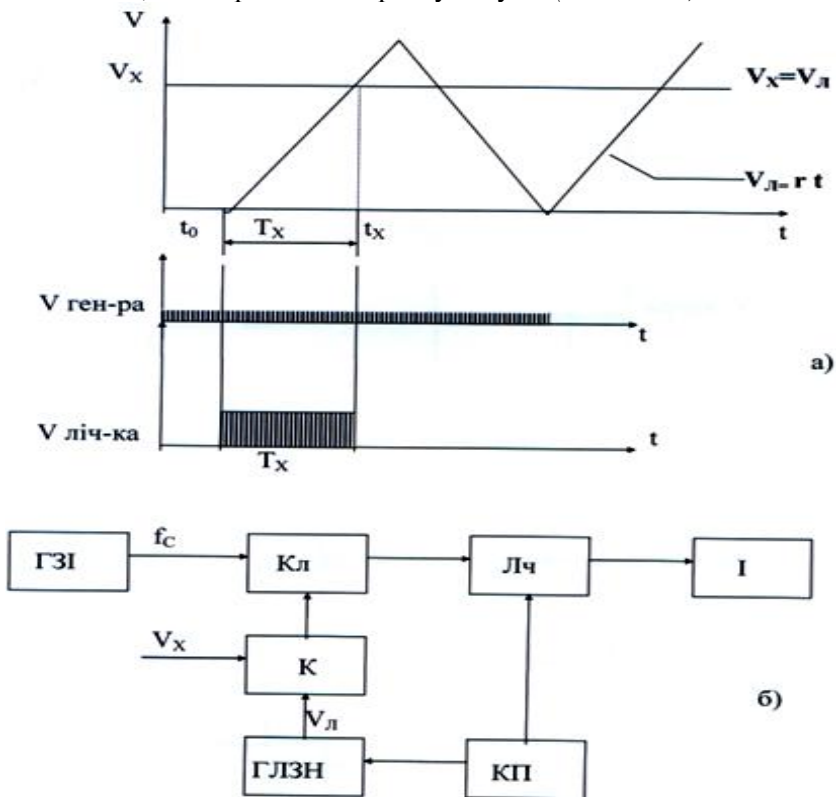


Рис. 4.1. Структурна схема (б) та часові діаграми (а) АЦП, що функціонує за час-імпульсним методом: ГЗІ – генератор задаючих імпульсів; Лч – лічильник; Кл – ключ; К – компартор; І – індикатор; КП – керуючий пристрій; ГЛЗН – генератор лінійно-змінної напруги

Перетворювач “аналог-код” (АЦП) здійснює перетворення неперервної вимірюваної величини в послідовність імпульсів, що відстають один від іншого на величину T – період квантування неперервної величини в часі (згідно теореми Котельникова).

2. Опис лабораторної установки

В комплект лабораторного обладнання для проведення роботи входить переносний стенд, де змонтований аналого-цифровий перетворювач (АЦП) в інтегральному виконанні (рис. 4.2). В лівій частині стенду розміщено ручку потенціометра для регулювання вхідної напруги АЦП, поруч – дві клемми для підключення вольтметра вхідної напруги. Кнопка "Пуск" призначена для запуску процесу перетворення напруги у двійковий код на виході АЦП. АЦП має 10 двійкових розрядів для індикації значення напруги.



Рис. 4.2. Зовнішній вигляд лабораторного стенду для дослідження параметрів АЦП

3. Порядок виконання роботи.

Ручкою потенціометра змінювати величину вхідної напруги АЦП від 0 до максимальної з кроком, що заданий викладачем, фіксуючи її значення цифровим мультиметром. Записати стани (0 – потушений, 1 – світний) індикаторів для кожної з встановлених напруг. Перевести двійковий код напруги в десяткову систему числення і отримане число поділити на 100 ($U_{\text{вих}}$).

Для кожного вимірювання обчислити абсолютну $\Delta U = U_{\text{вх}} - U_{\text{вих}}$ та відносну похибку $\delta U = (\Delta U / U_{\text{вх}}) \cdot 100\%$. Дані звести в таблицю 4.1.

За отриманими результатами побудувати графіки залежностей $U_{\text{вих}}$, ΔU та δU від $U_{\text{вх}}$.

4. Вміст звіту.

Тема, мета роботи, структурна схема та часові діаграми роботи АЦП, таблиця з результатами досліджень, висновки.

Таблиця 4.1

Результати досліджу

№ з.п.	Вхідна напруга	Код напруги	Вихідна напруга	Абсолютна похибка	Відносна похибка
	$U_{\text{вх}}, \text{В}$	N	$U_{\text{вих}}, \text{В}$	$\Delta U, \text{В}$	%
1					
2					
3					
...					

5. Контрольні питання

1. Дайте визначення аналого-цифрового перетворювача (АЦП).
2. Які існують методи перетворення аналог – цифровий код.
3. Поясніть принцип роботи АЦП, що базується на час-імпульсному методі.
4. Які значення вихідного коду (в межах допустимої похибки) будуть з'являтися на індикаторах, якщо на вході значення напруги дорівнює: а) 1,25 В; б) 1.57 В, в) 2,38 В (або інші значення напруги, які вкаже викладач)?

Лабораторна робота №5.

Тема: «Дослідження роботи маніпулятора з дистанційним управлінням»

Мета роботи: Ознайомитися з принципом управління роботом-маніпулятором з 6-ма ступенями свободи. .

1.Теоретичні відомості

У процесі автоматизації промислових підприємств важливим є використання роботизованих комплексів, що складаються з механічних маніпуляторів та систем управління ними. Застосування промислових роботів-маніпуляторів дозволяє виключити вплив людського фактора на виробництві, підвищити точність виконання технологічних операцій, певною мірою зменшити вплив шкідливих факторів на персонал, скоротити площу виробничих приміщень і забезпечити безперебійну роботу виробництва.

Промисловий робот – автоматична машина, що складається з маніпулятора і пристрою програмного керування його рухом, призначений для заміни людини при виконанні основних і допоміжних операцій у виробничих процесах.

Маніпулятор – сукупність просторового важільного механізму і системи приводів, що здійснює під керуванням програмованого автоматичного пристрою чи людини-оператора дії (маніпуляції), аналогічні діям руки людини.

Промислові роботи призначені для заміни людини при виконанні основних і допоміжних технологічних операцій у процесі промислового виробництва. Гнучкі автоматизовані виробництва, які створюються на базі промислових роботів, дозволяють вирішувати задачі автоматизації на підприємствах із широкою номенклатурою продукції при дрібносерійному і штучному виробництві.

Необхідність дослідження та вдосконалення систем управління маніпуляційними роботами насамперед зумовлена їх широким застосуванням. Подібні пристрої використовуються в будівельній галузі (крани-маніпулятори), металургії (прокатні стани, кувальні маніпулятори), гірничодобувній промисловості (бурильні машини), хімічній промисловості (маніпулятори для роботи з токсичними і радіоактивними матеріалами), суднобудівній

та авіаційній галузях (зварювальні та складальні маніпулятори, маніпулятори для різання металів) тощо.

Маніпулятор промислового робота повинен забезпечувати рух вихідної ланки і, закріпленого в ній, об'єкта маніпулювання в просторі за заданою траєкторією і з заданою орієнтацією. Промисловий робот із шістьма ступенями свободи є складною автоматичною системою. У реальних конструкціях промислових роботів часто використовуються також механізми зі ступенями свободи менше шести. Найбільш прості маніпулятори мають три, рідше два, рухи. Такі маніпулятори значно дешевші у виготовленні та експлуатації, але вимагають специфічних вимог до організації робочого простору.

Розглянемо для прикладу структурну і функціональну схеми промислового робота з трьома рухомими ланками. Основний механізм руки маніпулятора складається з нерухомої ланки 0 і трьох рухомих ланок 1, 2 і 3 (рис. 5.1).

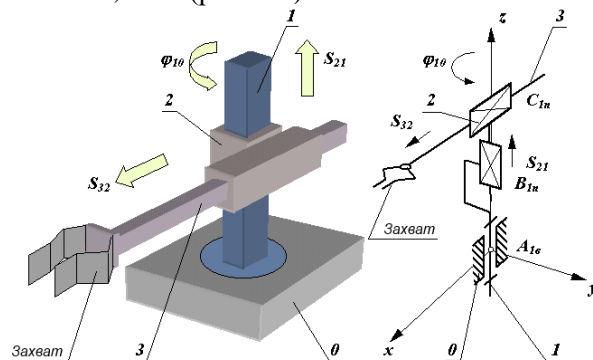


Рис. 5.1. Структурна і функціональна схеми промислового маніпулятора

Механізм цього маніпулятора відповідає циліндричній системі координат. У цій системі ланка 1 може обертатися відносно ланки 0 (відносно кутового переміщення φ_{10}), ланка 2 переміщується по вертикалі відносно ланки 1 (відносно лінійне переміщення S_{21}) і ланка 3 переміщується в горизонтальній площині відносно ланки 2 (відносно лінійне переміщення S_{32}). На кінці ланки 3

закріплений захоплюючий пристрій (захват), призначений для захоплення й утримання об'єкта маніпулювання. Ланки основного важільного механізму маніпулятора утворюють між собою три однорухливі кінематичні пари (одну обертальну A і дві поступальні B та C) і можуть забезпечити переміщення об'єкта в просторі без керування його орієнтацією.

Для виконання кожного з трьох відносних рухів маніпулятор повинен бути оснащений приводами, що складаються з двигунів, редуктора і системи давачів зворотного зв'язку. Оскільки рух об'єкта здійснюється за заданим законом руху, то в системі повинні бути пристрої, що зберігають і задають програму руху. Перетворення заданої програми руху в сигнали керування приводами u_i здійснюється системою керування. При необхідності вона коректує ці впливи за сигналами Δx_i , що надходять до неї з давачів зворотного зв'язку (рис. 5.2).

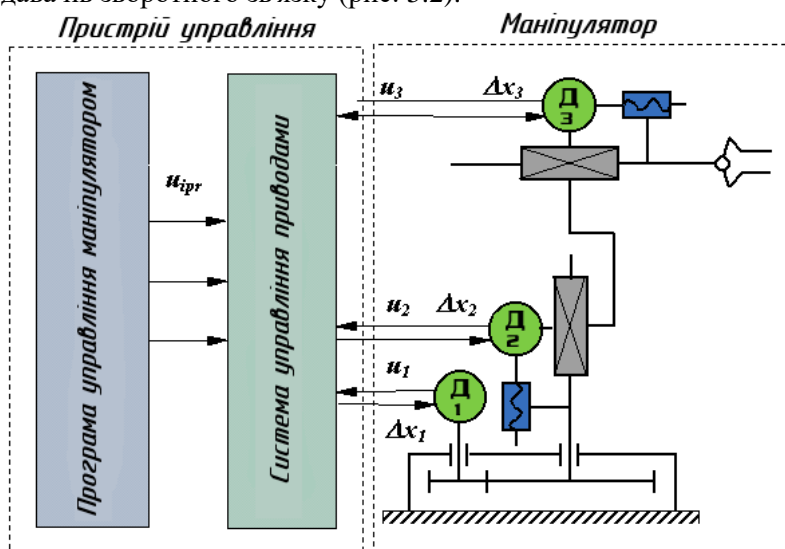


Рис. 5.2. Функціональна схема промислового робота

Отже, маніпуляційний робот складається з декількох ступенів рухливості (ланок) і приводів, що призводять ланки в рух. У якості приводів робота найчастіше використовуються крокові двигуни або сервоприводи різної потужності. Кроковим двигунам

надається перевага, якщо швидкість переміщення ланок робота не є критичним параметром. Наприклад, такий тип приводів може використовуватися при побудові вантажних маніпуляторів. Якщо ж потрібно забезпечити високу швидкість руху робота, то найбільш доцільно використовувати сервоприводи.

Процес розробки робота-маніпулятора складається з двох етапів:

- розробка механічної частини робота (вибір матеріалу для виготовлення складових частин, а також типу виконавчих механізмів);

- розробка системи управління маніпулятором (вибір контролера, вибір засобів програмування, розробка алгоритмів керування).

Швидкодію промислових роботів визначають за максимальною швидкістю лінійних переміщень центра захвату маніпулятора. Розрізняють промислові роботи з малою ($V_M < 0,5$ м/с), середньою ($0,5 < V_M < 1,0$ м/с) і високою ($V_M > 1,0$ м/с) швидкодією. Сучасні промислові роботи мають в основному середню і високу швидкодію.

Точність маніпулятора промислового робота характеризується абсолютною лінійною похибкою позиціонування центра захвату. Промислові роботи поділяються на групи з малою ($\Delta r_M < 1$ мм), середньою ($0,1 \text{ мм} < \Delta r_M < 1 \text{ мм}$) і високою ($\Delta r_M < 0,1$ мм) точністю позиціонування.

2. Опис лабораторної установки

Досліджуваний маніпулятор, зображений на рис. 5.3, має 6 ступенів свободи. Для приведення в рух ланок маніпулятора в кожному із суглобів встановлено сервопривод MG996R. Перший ступінь рухомості забезпечує основа маніпулятора, другий – плече, третій – лікоть, четвертий – обертання кисті, п'ятий – поворот кисті, шостий – захват.

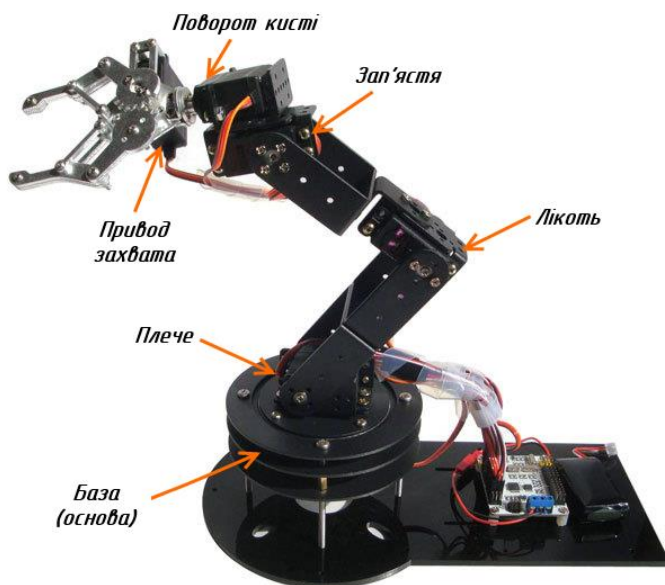


Рис. 5.3. Зовнішній вигляд досліджуваного маніпулятора

Параметри сервоприводів MG996R подані нижче.

MG996R

Metal Gear Dual Ball Bearing Digital Servo

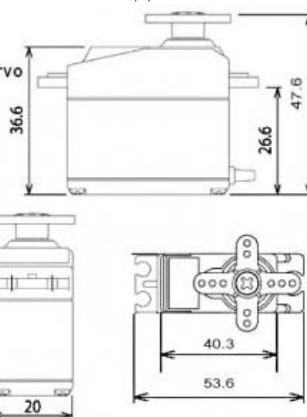


Рис. 5.4. Зовнішній вигляд та розміри сервопривода MG996R

Основні характеристики:

З'єднувальний провід: довжина 300мм.

Розміри: 40.7 мм x 19,7 мм x 42.9 мм.

Маса: 55 г

Робоча швидкість: 0.17с / 60 градусів (4.8В без навант.)

Робоча швидкість: 0.14с/ 60 градусів (6.0В без навант.)

Обертальний момент: 9.4 кгс·см (4.8В), 11 кгс·см (6 В)

Джерело живлення: через зовнішній адаптер.

Робоча напруга: 4.8 – 7.2V

Редуктор : металеві шестерні.

Робочий струм при русі: 500 – 900 мА (6 В).

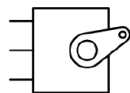
Струм при стабільному навантаженні: 2.5 А (6 В).

Підключення:

PWM=Orange (⏏)

Vcc = Red (+)

Ground=Brown (-)



Для живлення сервоприводів у лабораторній роботі використовується блок живлення 5В, 10А.

Система управління роботом-маніпулятором реалізована на основі мікроконтролерної плати Arduino Mega 2560.

3. План роботи

1. Ознайомитися з будовою та принципами управління роботами-маніпуляторами.
2. Ознайомитися з будовою лабораторної установки.
3. Визначити межі безпечних кутів повороту (робочу зону) маніпулятора.

4. Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з теоретичними відомостями.
2. З дозволу викладача ввімкнути живлення стенда.
3. Плавна переміщуючи повзунки смуг прокрутки, спостерігати за переміщенням маніпулятора.
4. Встановити межі кута повороту кожного сервопривода. Результати записати в табл. 6.1.

Таблиця 5.1

№ з/п	Сервопривод	Нижня межа кута повороту	Верхня межа кута повороту
1	База		
2	Плече		
3	Лікоть		
4	Зап'ястя		
5	Поворот кисті		
6	Захват		

5. Вимкніть живлення стенда.

Звіт повинен містити: титульний лист; тему, мету роботи; порядок виконання; створені програми; заповнену таблицю 3.2; висновки.

5. Контрольні запитання

1. Що таке промисловий робот?
2. Що таке маніпулятор?
3. Яка сфера застосування промислових роботів і маніпуляторів?
4. Наведіть приклад функціонально схеми промислового робота?
5. Які типи приводів використовують у промислових маніпуляторах?
6. Як класифікують промислові роботи за точністю позиціонування?
7. Що таке ступені свободи маніпулятора?
8. Які приводи маніпулятора застосовують в лабораторному стенді? Який принцип управління цими приводами?

Рекомендована література

Базова

1. Мікропроцесорна техніка : підручник / Ю. І. Якименко, Т. О. Терешенко, Є. І. Сокол, В. Я. Жуйков, Ю. С. Петергеря; за ред. Т. О. Терещенко. 2-ге вид., переробл. та доповн. К. : ІВЦ "Видавництво «Політехніка»; «Кондор». 2004. 440 с.

2. Бочаров С. Ю. Мікропроцесорна техніка : навчальний посібник. Рівне : НУВГП, 2005. 163 с.

3. Сучасні електромехатронні комплекси і системи : навч. посібник / Т. П. Павленко, В. М. Шавкун, О. С. Козлова, Н. П. Лукашова ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 116 с. / URL: http://eprints.kname.edu.ua/55311/1/2019%20%D0%BF%D0%B5%D1%87.%20%2047%D0%9D%20%D0%9F%D0%BE%D1%81.%20%D0%A1%D0%95%D0%9C%D0%A1_%28%D0%9A%D0%BE%D0%B7%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B0%29_03.10.pdf

Допоміжна

1. Колонтаєвський Ю. П. Конспект лекцій з дисципліни «Мікропроцесор-на техніка»; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. 78 с.

2. Микропроцессоры и микро-ЭВМ в системах автоматического управления : справочник / С. Т. Хвощ, Н. Н. Варлинский, Е. А. Попов. Под общ. ред. С. Т. Хвоща. Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987. 640 с.

3. Алексієв В. О., Волков В. П., Калмиков В. І. Мехатроніка транспортних засобів та систем : навчальний посібник. Харків : ХНАДУ, 2003. 225 с.

4. Гура В. Д. Пособие по курсу «Основі електромеханики и мехатроники». Таганрог : Изд-во ТРТУ, 2005. 106 с.